



**BUREAU
VERITAS**



Gráficos de Control de Shewart

GRÁFICOS DE CONTROL DE SHEWART

Una de las herramientas estadísticas más importantes en el Control Estadístico de Procesos son los Gráficos de Control.

Los primeros gráficos de control fueron ideados por Walter Shewart en los años 20, durante el desarrollo del control estadístico de la calidad. Han tenido una gran difusión, siendo ampliamente utilizados y mejorados en el control de procesos industriales.

Sin embargo, con el nuevo concepto de Calidad y su extensión a las empresas de servicios y unidades administrativas y auxiliares, se han convertido en métodos de control aplicables a procesos llevados a cabo en cualquiera de estos campos.

OBJETIVOS

Adquirir las competencias necesarias para conocer las características de los Gráficos de Control y su utilidad.

CONOCIMIENTOS

- Concepto de Gráficos de Control.
- Descripción del Gráfico de Control.
- Tipos de Gráficos de Control.
- Mejora de un Proceso a través de los Gráficos de Control.
- Beneficios de los Gráficos de Control.

BUREAU

VERITAS

CONCEPTO DE GRÁFICO DE CONTROL

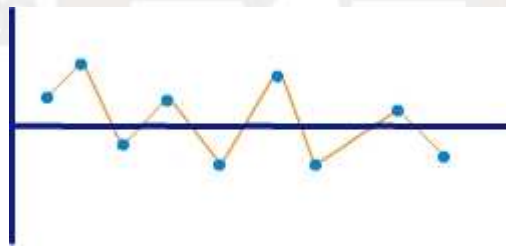
Los gráficos de control son la **herramienta principal** del control estadístico de procesos.

Como ya hemos visto, un proceso está en estado de control cuando no le afecta ninguna causa asignable. Un herramienta para determinar si se da o no esta situación son los gráficos de control.

Se puede definir un **gráfico de control** como un **método gráfico para evaluar si un proceso** está o no **en un estado de control estadístico**, es decir, cuando sólo actúan causas comunes o aleatorias, inherentes a cualquier proceso.

Un gráfico de control es un gráfico sobre el que se hace corresponder un punto a cada uno de los valores de un estadístico calculados sobre muestras sucesivas, en general del mismo tamaño, tomadas durante la fabricación.

Norma UNE 66006:1974. Manual para el control de calidad durante la fabricación basado en el sistema del gráfico de control



En un gráfico de control se representan los valores de algún tipo de medición realizada durante el funcionamiento de un proceso continuo, y que sirve para controlar dicho proceso.

La finalidad de los gráficos de control es monitorizar una situación para controlar su buen funcionamiento, y detectar de la forma más rápida posible cualquier anomalía, ya que **ningún proceso se encuentra de forma espontánea bajo control** y conseguir y mantener esto supone llegar al éxito.

El **interés** de los gráficos de control radica en que:

- Son **fáciles de usar e interpretar**, ya que este análisis se efectúa de forma visual.
- La utilización de criterios estadísticos permite que las **decisiones se basen en hechos** y no en intuiciones o apreciaciones subjetivas.

Objetivos del Gráfico de Control

El Control Estadístico de Procesos, mediante los gráficos de control, tiene como objetivos:

- **Asegurar y mantener el proceso bajo control**, detectando las causas asignables.
- **Estimar los parámetros** del proceso.
- **Aprender sobre el proceso**, de forma que se puedan identificar qué causas asignables influyen sobre su medida así como su variabilidad.
- **Medir los efectos de las causas asignables** y aprender a corregirlas y evitarlas.
- **Servir como herramienta para mejorar** el proceso, reduciendo la variabilidad y aumentando su capacidad.



BUREAU

VERITAS

DESCRIPCIÓN DEL GRÁFICO DE CONTROL

El gráfico de control es la **representación gráfica del funcionamiento de un proceso, comparado con unos límites** calculados estadísticamente.

En un gráfico de control **se representa una característica**, ya sea, media, rango, proporción, número de defectos, etc., **en función del tiempo o número de muestra** con unos límites establecidos, denominados límites de control.

De esta forma, cada uno de estos puntos tiene por abscisa el número de muestra, o la hora de la toma, y por ordenada el valor estadístico calculado con esta muestra.

El gráfico de control consiste, gráficamente, en una **línea central** denominada de forma abreviada **LC**, y **dos pares de líneas**, por encima y debajo de la línea central que se denominan:

- **LSC**: límite superior de control.
- **LIC**: límite inferior de control.



Los límites de control se eligen de tal manera que los valores de los datos situados entre los límites puedan atribuirse al azar, mientras que los que caigan fuera puedan interpretarse como una carencia de control.

Cuando un proceso está **fuera de los límites implica** que el proceso funciona **por debajo de sus posibilidades**.

Estos límites vienen definidos por el propio proceso y no por el usuario.

Los gráficos de control **son indicadores también, de la marcha de los procesos**, pudiendo observar rachas, tendencias, periodicidades, inestabilidad, etc.

Puntos del Gráfico de Control

Cuando se observan los gráficos de control, fijaremos la atención en dos situaciones:

- Si **un punto** se localiza **fuera de los límites de control**, es un indicador de que el **proceso** está **fuera de control**.
- Si **aún encontrándose** entre los límites de control, **los puntos se comportan** de manera **sistemática o no aleatoria**, éstos pueden llevar alguna tendencia u otro patrón sistemático que pueden servir para advertir que tal acción debe interpretarse a fin de evitar algún problema serio. Sin embargo, no indica el motivo por el cual el proceso está fuera de control.



Mediante esta comparación gráfica se pretende detectar si existen causas especiales de variación que afectan al proceso, para ser capaces de identificarlas y, posteriormente, eliminarlas.

El Gráfico de Control y la Distribución Normal

Para realizar un gráfico de control es necesario identificar el modelo que siguen los datos del proceso en estado de control, es decir, es necesario clasificar la característica de interés bajo los modelos de distribución más comunes, que serán la distribución Normal, la Binomial y la de Poisson.

Un proceso es el resultado de la intervención de un elevado número de variables aleatorias pudiéndose aceptar, en la mayoría de los casos, una **distribución** de las variables de estudio **aproximadamente Normal**.

Como consecuencia de aceptar esta normalidad de la variable aleatoria de estudio, los **límites de control** se generalizan como:

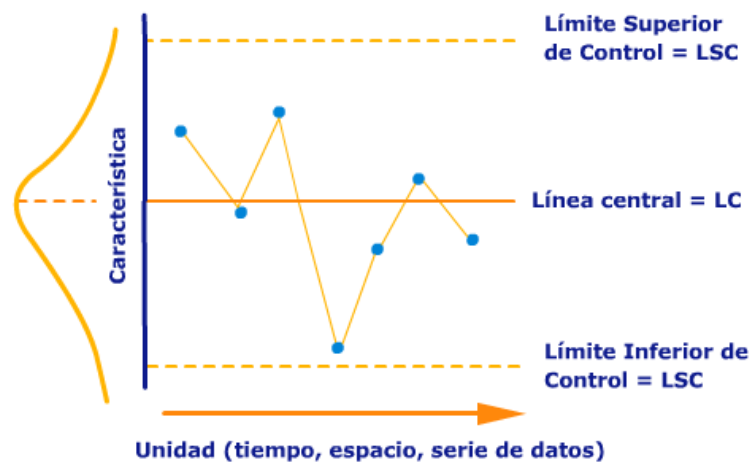
$$\mu \pm 3\sigma$$

Donde:

- μ representa la media del proceso.
- σ representa la desviación típica del proceso.

Es decir, los límites de control se encontrarán:

- **LSC:** $+3\sigma$.
- **LIC:** -3σ .



BUREAU
VERITAS

TIPOS DE GRÁFICOS DE CONTROL

Los gráficos de control se clasifican en dos grupos generales:

- Gráficos de Control por **Variables**.
- Gráficos de Control por **Atributos**.

El uso de uno u otro va a depender de la característica a evaluar, y del estadístico a considerar.

Gráficos de Control por Variables

La característica que se estudia es una variable continua, medible numéricamente.

Por ejemplo: peso, longitud, diámetro...

Existen **dos categorías** dentro de estos gráficos:

Gráficos de Control de Tendencia Central	El gráfico de control más utilizado en esta categoría es el gráfico de medias , donde la media actúa como medida de tendencia central.
Gráficos de Control para la Variabilidad	<p>En esta categoría se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Gráfico de desviaciones típicas. ■ Gráfico de rangos o recorridos. <p>En estos casos, la desviación típica o el rango actúan como medidas de la variabilidad del proceso.</p>

Estos gráficos se utilizan para controlar tanto lo centrado que está el proceso como su variabilidad, por este motivo, lo que suele ocurrir es que **este tipo de gráficos se representa por parejas**, de manera que, por un lado, un diagrama revisa la variación del proceso para el control de la precisión, mientras que el otro revisa el promedio del proceso, o sea la exactitud.

Las combinaciones de gráficos más usuales son:

Tipo de Gráfico	Aplicación	Ejemplo
Gráfico de Media y Rango	<ul style="list-style-type: none"> Se utilizan como estadísticos la media y el rango. Representa gráficamente dimensiones y su precisión, así como otras cantidades mensurables. 	Medida del diámetro interior de un casquillo.
Gráfico de Valores Individuales y Rangos Móviles	<ul style="list-style-type: none"> Se utilizan como datos valores individuales y la variabilidad del proceso la define el rango. Se utiliza cuando es costoso obtener valores medios y se desea una acción rápida de forma que se prefieren los datos medidos individualmente más que a conjuntos de muestras. 	Control del tiempo empleado al introducir 100 datos típicos en el ordenador.

Gráficos de Control por Atributos

Corresponde a los casos en que la **característica** que se estudia **no puede ser medida** en una escala continua o de una forma cuantitativa, sino que se indica si la unidad inspeccionada se adapta a las especificaciones establecidas.

Por ejemplo: 2 paradas de máquina al mes, 3 piezas defectuosas de 100, etc.

Existen dos opciones a la hora de realizar un gráfico de control por atributos:

Gráficos de Control Productos Defectuosos	<p>Se puede comparar un producto con un estándar y clasificarlo como defectuoso o no.</p> <p>Dentro de este grupo se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> Gráficos p. Gráficos np.
--	--

Gráficos de Control por Número de Defectos	<p>En el caso de productos complejos, la existencia de un defecto no necesariamente conlleva a que el producto sea defectuoso.</p> <p>En tales casos, puede resultar conveniente clasificar un producto según el número de defectos que presenta.</p> <p>En este grupo se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Gráficos c. ■ Gráficos u.
---	--

Un gráfico de atributos proporciona un resumen de datos que puede ser utilizado para mejorar el proceso y controlar las características individuales.

Una descripción de los tipos de gráficos sería:

Tipo de Gráfico	Aplicación	Ejemplo
Gráfico p	<ul style="list-style-type: none"> ■ Para la proporción de unidades no conformes. ■ Refleja gráficamente el número de unidades defectuosas en muestras de tamaño fijo o variable, dando la fracción defectuosa. 	<p>Proporción de imanes defectuosos de un total chequeado.</p>
Gráfico np	<ul style="list-style-type: none"> ■ Para el número de unidades no conformes. ■ Refleja el número de unidades defectuosas en muestras de tamaño fijo. 	<p>Según el caso anterior sería obtener el número de imanes defectuosos de un total chequeado.</p>
Gráfico c	<ul style="list-style-type: none"> ■ Para el número de defectos. ■ Refleja gráficamente el número de defectos aparecidos en un producto de tamaño fijado o unidad previamente definida sobre un cierto período de tiempo. 	<p>Número de defectos de estampación encontrados por metro cuadrado en un proceso textil.</p>

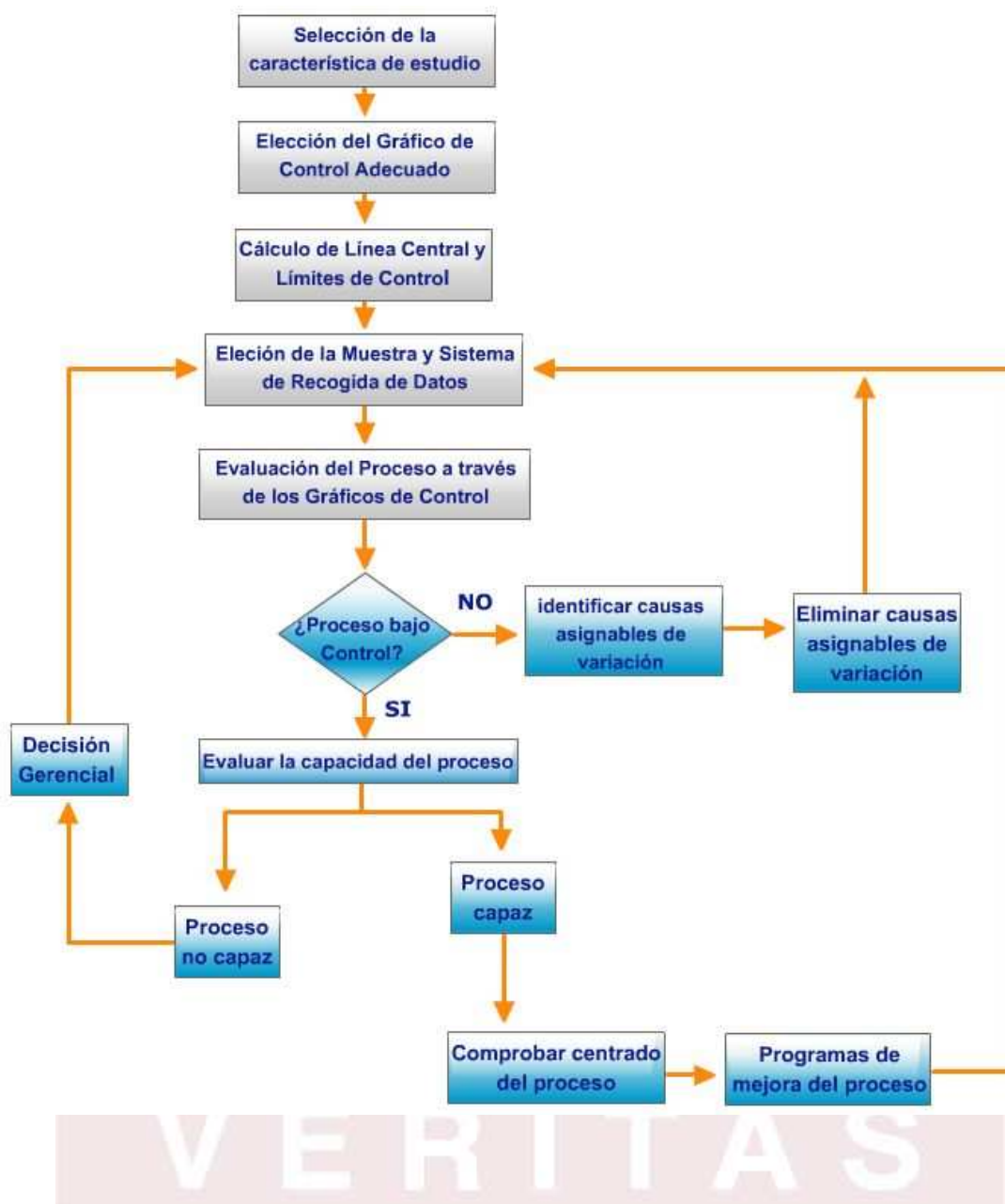
Gráfico u	<ul style="list-style-type: none">■ Para la proporción de defectos, dando el número de defectos por unidad de área.■ Refleja el número de defectos que aparecen en un producto de tamaño variable sobre un período de tiempo.	En el mismo ejemplo que el caso anterior, pero que, al resultar difícil tomar exactamente un metro cuadrado de tela, se toman piezas similares de un metro cuadrado.
------------------	--	--



MEJORA DE UN PROCESO A TRAVÉS DE LOS GRÁFICOS DE CONTROL

Como ya se ha visto, **uno de los objetivos** de los gráficos de control es servir como **herramienta para la mejora de un proceso**.

El siguiente esquema muestra la implementación en base a los gráficos de control de un estudio de control estadístico para la mejora de un proceso.



Veamos las etapas detalladas a continuación.

Selección de la Característica de Estudio

La base para implementar un programa de mejora de un proceso es **seleccionar la característica acertada** para el estudio mediante gráficos de control.

Para ello debe seleccionarse una característica pensando en una de las siguientes claves:

- Identificar las variables del proceso con mayor influencia.
- Seleccionar **características que**, tras el estudio gráfico, nos proporcionen datos que **ayuden a identificar y diagnosticar problemas**.
- Optar por características que den de forma habitual un alto número de no conformidades.

Elección del Gráfico de Control Adecuado

Una vez definida la característica de estudio, debemos aplicar el **gráfico de control adecuado** dependiendo del tipo de variable que vayamos a estudiar, así se decidirá entre:

- Gráfico de Control por Variables.
- Gráfico de Control por Atributos.

Una vez decidido si el estudio va a ser sobre una característica medible o sobre una cualidad, se debe decidir el tipo de gráfico de control que más convenga a nuestro objetivo de estudio:

- Si se decide realizar un gráfico por variables, debemos decidir si se realizarán medidas individuales o medias de varias medidas, es decir, de la toma de distintas muestras, así como decidir el estudio de la variación del proceso.
- En el caso de realizar un gráfico por atributos, deberá decidirse, dependiendo de la característica a estudiar, si se trata del análisis del número de defectos o unidades defectuosas.

A continuación se expone un esquema resumen que sigue la pauta para la elección del gráfico de control.





Cálculo de la Línea Central y los Límites de Control

La **línea central** del gráfico de control puede ser realizada con:

- La **media de los datos históricos** que ya existan de ese proceso.
- La **media de los datos** que se tomen en el **proceso**.
- Un **valor establecido**.

En cuanto a los límites de control, como ya se ha visto, se suelen establecer como tres veces la desviación típica de la media, $\mu \pm 3\sigma$, de forma que se suma y se resta a la media, tres veces la desviación típica.

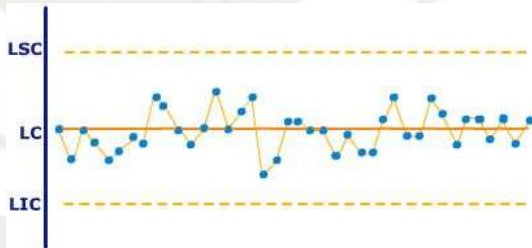
Elección de la Muestra y Sistema de Recogida de Datos

La toma de la muestra será de distinta manera según se trate de gráficos de variables o de atributos.

<p>Muestra en Gráficos por Variables</p>	<p>Normalmente, se utilizan muestras de 4 ó 5 elementos, no más de 8, porque la práctica demuestra que estas muestras combinan la rapidez con una razonable capacidad para detectar cambios.</p> <p>Es importante elegir muestras de tamaño pequeño de forma que la probabilidad de un cambio en el proceso se minimice en el transcurso de la toma de muestra.</p>
<p>Muestra en Gráficos por Atributos</p>	<p>Se utilizan varias muestras, 20 o más, donde el número de elementos es muy superior a los gráficos por variables, ya que aquí oscila entre 50 y 100.</p> <p>Estas muestras se recogen durante un período de tiempo suficiente como para que se incorpore toda la variabilidad que puede llevar el proceso.</p>

Evaluación del Proceso a Través de los Gráficos de Control

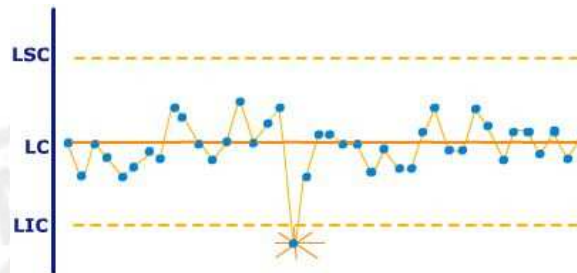
Evaluando el proceso tratamos de determinar si éste se encuentra bajo control estadístico, de forma que sólo existan causas especiales de variación.

<p>Sin Puntos Fuera de los Límites</p>	<p>Si ningún punto supera los límites especificados, el proceso estará bajo control, de forma que podemos calcular su capacidad para ver como cumple ese proceso y, en caso de ser necesario, realizar posibles mejoras.</p>  <p>Si el estudio de capacidad define que el proceso no es capaz, deberán traspasarse las conclusiones a la Dirección.</p>
---	--

Puntos Fuera de los Límites

Si, por el contrario, existen puntos que caen fuera de los límites, este **proceso no se encuentra bajo control**, con lo cual, se debe intentar:

- Identificar las causas especiales de variación.
- Proceder a **eliminarlas**.



En este caso, **tras eliminar la causa** que provocó la variación, **se suprimen las muestras** que están fuera de la zona de control **y se recalculan las estimaciones pertinentes**, línea central y límites de control, con las muestras restantes.

Tras proceder a realizar estos pasos **se volvería a realizar el gráfico**, con los nuevos límites establecidos, para ver los cambios del proceso y si se encuentra ya bajo control, realizando de nuevo el procedimiento establecido.

BENEFICIOS DE LOS GRÁFICOS DE CONTROL

Hoy en día, se demuestra que el Control Estadístico de Procesos aúna técnicas de gran potencial, no sólo para procesos productivos sino de aplicación en otros campos como el sector servicios.

Beneficios
<p>Algunos beneficios del uso de gráficos de control son:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Útiles para vigilar la variación de un proceso en el tiempo, probar la efectividad de las acciones de mejora emprendidas y estimar la capacidad del proceso.■ Son una herramienta efectiva para comprender y conocer la variación de los procesos.■ Dan información fiable sobre cuando se debe ajustar el proceso y cuando no.■ Permite distinguir entre causas aleatorias y específicas de variación de los procesos.■ Ayudan a conseguir el control estadístico, así, cuando un proceso está bajo control, su rendimiento es predecible y el proceso puede ser mejorado reduciendo la variabilidad natural, dando mayor calidad, menor coste y mayor eficacia.■ Proporcionan un lenguaje común para dar información sobre la capacidad del proceso.



ÁREAS DE FORMACIÓN



FORMACIÓN SUBVENCIONADA A LAS EMPRESAS

Bureau Veritas Business School es Entidad Organizadora de Gestión de las subvenciones a la Formación, ofreciendo el servicio de impartir y gestionar su Formación con las siguientes ventajas:

- Realizar la formación en el momento en que la empresa lo necesite.
- Tramitación de la documentación ante la Fundación Tripartita para la subvención de la Formación a cargo del Crédito Anual de la empresa.
- En la Plataforma de Formación www.bvbusiness-school.com puede conocer los trámites para agrupar su empresa, ver la oferta de formación e inscribir a trabajadores en los Cursos.

Gráficos de Control de Shewart

© Bureau Veritas Formación, S.A.
Bureau Veritas Business School

Depósito Legal: AS-03361-2007

Director del Proyecto: Luis Lombardero

Dirección Pedagógica: Carmen González

Reservados todos los derechos. El contenido de esta obra está protegido por la Ley. Queda prohibida toda reproducción total o parcial de la obra por cualquier medio o procedimiento sin autorización previa.

Teléfono: 902 350 077

E-mail: marketing@es.bureauveritasformacion.com

www.bvbusiness-school.com